

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-283466
 (43)Date of publication of application : 12.10.2001

(51)Int.Cl.

G11B 7/24
 G01N 13/10
 G01N 13/14
 G11B 7/12
 G11B 7/22
 G11B 7/26
 G12B 21/06

(21)Application number : 2001-001677
 (22)Date of filing : 09.01.2001

(71)Applicant : SEIKO INSTRUMENTS INC
 (72)Inventor : OMI MANABU
 KASAMA NOBUYUKI
 MAEDA HIDETAKA
 KATO KENJI
 ARAWA TAKASHI
 MITSUOKA YASUYUKI
 SHINOHARA YOKO

(30)Priority

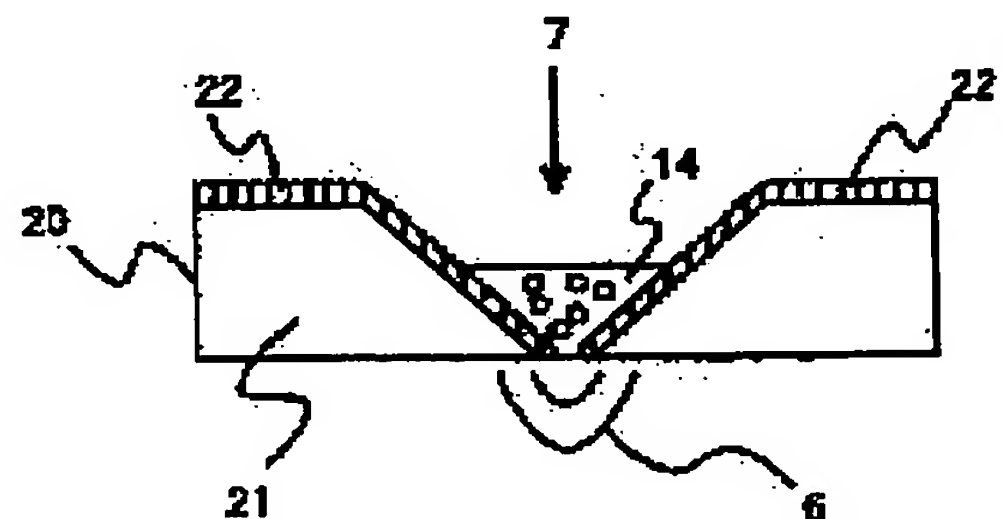
Priority number : 2000017557 Priority date : 26.01.2000 Priority country : JP

(54) RECORDING MEDIUM, EVANESCENT LIGHT HEAD, OPTICAL RECORDING DEVICE AND THEIR MANUFACTURING METHODS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an information recording/reading device, particularly a high light efficiency evanescent light head, for realizing the recording/reading of the high density information by the interaction with a recording medium through evanescent light and to provide a method for manufacturing the evanescent light head.

SOLUTION: A mechanism to propagate energy through plasmons is realized and light efficiency is enhanced by forming a fine metallic particles-dispersed layer at the minute opening where the evanescent light is generated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number]
 [Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-283466

(P2001-283466A)

(43) 公開日 平成13年10月12日 (2001.10.12)

(51) IntCl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト* (参考)
G 1 1 B 7/24	5 2 2	G 1 1 B 7/24	5 2 2 R
			5 2 2 A
	5 1 1		5 1 1
G 0 1 N 13/10		G 0 1 N 13/10	G
13/14		13/14	B
審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 10 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-1677(P2001-1677)
(22) 出願日 平成13年1月9日(2001.1.9)
(31) 優先権主張番号 特願2000-17557(P2000-17557)
(32) 優先日 平成12年1月26日(2000.1.26)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002325
セイコーインスツルメンツ株式会社
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地
(72) 発明者 大海 学
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株
式会社エスアイアイ・アールディセンター
内
(72) 発明者 笠間 宣行
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株
式会社エスアイアイ・アールディセンター
内
(74) 代理人 100096378
弁理士 坂上 正明

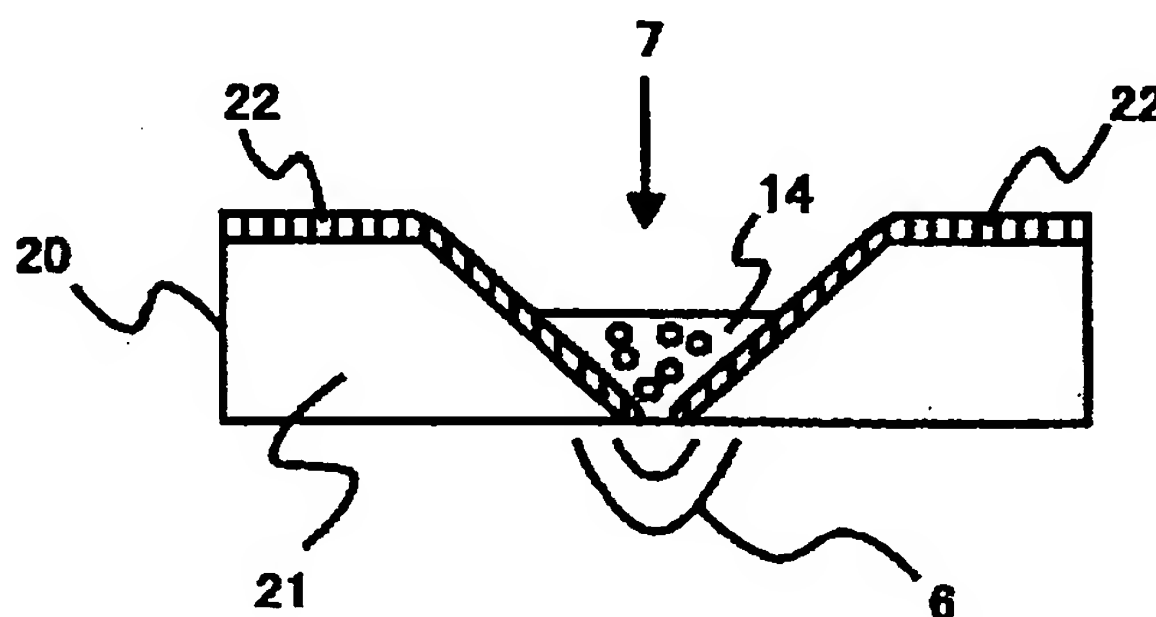
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 記録媒体、近視野光ヘッド、光記録装置、及びそれらの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 近視野光を介した記録媒体との相互作用によって、高密度な情報の記録および読取を実現させるための情報記録/読取装置、特に高い光効率の近視野光ヘッドおよびその製造方法を提供することを目的としている。

【解決手段】 近視野光を発生させる微小開口に、金属微粒子を分散させた層を形成することで、プラズモンを介したエネルギー伝播機構を実現し、光効率の向上を実現した。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ヘッドへの入射光によって、あるいは、記録媒体への照射光によって発生する近視野光による相互作用を利用して情報の記録再生を行う記録媒体において、

金属微粒子が分散された層をデータマークとして備えることを特徴とする記録媒体。

【請求項 2】 前記金属微粒子が、前記入射光あるいは前記照射光によって、表面プラズモンを発生させることを特徴とする請求項 1 に記載の記録媒体。

【請求項 3】 前記金属微粒子が Ag、Au、Cr、Al、あるいは Cu のうち少なくとも一つの金属を含むことを特徴とする請求項 2 に記載の記録媒体。

【請求項 4】 前記金属微粒子の粒径が 1 ナノメートルから 50 ナノメートルであり、前記入射光あるいは前記照射光の波長が 300 ナノメートルから 1 μm の間であることを特徴とする請求項 2 に記載の記録媒体。

【請求項 5】 光ヘッドへの入射光によって、または、記録媒体への照射光によって発生する近視野光による相互作用を利用して情報の記録再生を行う記録媒体の製造方法において、

透明基板上に遮光層をパターン形成する工程と、前記透明基板に金属微粒子が分散された層を形成する工程と、を備えることを特徴とする記録媒体の製造方法。

【請求項 6】 前記遮光層上に形成された前記層を除去する工程を含むことを特徴とする請求項 5 に記載の記録媒体の製造方法。

【請求項 7】 近視野光ヘッドへの入射光によって発生する近視野光による相互作用を利用して情報の記録再生を行う近視野光ヘッドにおいて、

基板に形成された錐状の光透過部と、前記光透過部の先端に形成された前記入射光の波長よりも小さな光学的開口と、を備えるとともに、前記光学的開口に金属微粒子が分散された層を設けたことを特徴とする近視野光ヘッド。

【請求項 8】 記録媒体への照射光によって発生する近視野光と近視野光ヘッドとの相互作用を利用して情報の記録再生を行う光記録装置において、

前記近視野光ヘッドが、基板に形成された錐状の光透過部と、前記光透過部の先端に形成された、前記照射光の波長よりも小さな光学的開口と、を備えるとともに、前記光学的開口に金属微粒子が分散された層を設けたことを特徴とする光記録装置。

【請求項 9】 近視野光ヘッドへの入射光によって発生する近視野光による相互作用を利用して情報の記録再生を行う近視野光ヘッドにおいて、

先鋭化した光伝播体の先端に前記入射光の波長よりも小さな光学的開口を形成し、前記光学的開口に金属微粒子を分散させたことを特徴とする近視野光ヘッド。

【請求項 10】 記録媒体への照射光によって発生する近視野光と近視野光ヘッドとの相互作用を利用して情報の記録再生を行う光記録装置において、

前記近視野光ヘッドが、先端に前記照射光の波長よりも小さな光学的開口が形成された光伝播体を有するとともに、

前記光学的開口に金属微粒子が分散されたことを特徴とする光記録装置。

【請求項 11】 前記金属微粒子が、前記入射光あるいは前記照射光によって、表面プラズモンを発生させる材料から成ることを特徴とする請求項 7 または請求項 9 に記載の近視野光ヘッド。

【請求項 12】 前記金属微粒子が Ag、Au、Cr、Al、Cu のうち、少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項 11 に記載の近視野光ヘッド。

【請求項 13】 前記金属微粒子が粒径 1 ナノメートルから 50 ナノメートルであり、前記入射光あるいは前記照射光の波長が 300 ナノメートルから 1 μm の間であることを特徴とする請求項 11 に記載の近視野光ヘッド。

【請求項 14】 前記金属微粒子が、前記入射光あるいは前記照射光によって、表面プラズモンを発生させる材料から成ることを特徴とする請求項 8 または請求項 10 に記載の光記録装置。

【請求項 15】 前記金属微粒子が Ag、Au、Cr、Al、Cu のうち、少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項 14 に記載の光記録装置。

【請求項 16】 前記金属微粒子が粒径 1 ナノメートルから 50 ナノメートルであり、前記入射光あるいは前記照射光の波長が 300 ナノメートルから 1 μm の間であることを特徴とする請求項 14 に記載の光記録装置。

【請求項 17】 シリコン基板に錐状の穴を形成する工程と、前記穴の側面に遮光膜を形成する工程と、前記穴の開口付近に金属微粒子を分散させた層を形成する工程と、を備えることを特徴とする近視野光ヘッドの製造方法。

【請求項 18】 光伝播体に先端部を形成する工程と、前記光伝播体にその先端部を残すように遮光膜を形成する工程と、前記先端部に金属微粒子を分散する工程と、を備えることを特徴とする近視野光ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、近視野光を利用して情報の高密度な記録および再生を行う記録媒体、近視野光ヘッド、光記録装置、およびそれらの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 試料表面においてナノメートルオーダの微小な領域を観察するために走査型トンネル顕微鏡 (STM) や原子間力顕微鏡 (AFM) に代表される走査型

プローブ顕微鏡（SPM）が用いられている。SPMは、先端が先鋭化されたプローブを試料表面に走査させ、プローブと試料表面との間に生じるトンネル電流や原子間力などの相互作用を観察対象として、プローブ先端形状に依存した分解能の像を得ることができるが、比較的、観察する試料に対する制約が厳しい。

【0003】そこでいま、試料表面に生成される近視野光とプローブとの間に生じる相互作用を観察対象とすることで、試料表面の微小な領域の観察を可能にした近視野光学顕微鏡が注目されている。

【0004】近視野光学顕微鏡においては、伝搬光を試料の表面に照射して近視野光を生成し、生成された近視野光を先端が先鋭化されたプローブにより散乱させ、その散乱光を従来の伝搬光検出と同様に処理することで、従来の光学顕微鏡による観察分解能の限界を打破し、より微小な領域の観察を可能としている。また、試料表面に照射する光の波長を掃引することで、微小領域における試料の光学物性の観測をも可能としている。

【0005】顕微鏡としての利用だけでなく、光ファイバプローブを通して試料に向けて比較的強度の大きな光を導入させることにより、光ファイバプローブの微小開口にエネルギー密度の高い近視野光を生成し、その近視野光によって試料表面の構造または物性を局所的に変更させる高密度な光メモリ記録としての応用も可能である。

【0006】近視野光学顕微鏡に使用されるプローブとして、例えば米国特許第5,294,790号に開示されているように、フォトリソグラフィ等の半導体製造技術によってシリコン基板にこれを貫通する開口部を形成し、シリコン基板の一方の面には絶縁膜を形成して、開口部の反対側の絶縁膜上に円錐形状の光導波層を形成したカンチレバー型光プローブが提案されている。このカンチレバー型光プローブにおいては、開口部に光ファイバを挿入し、光導波層の先端部以外を金属膜でコーティングすることで形成された微小開口に光を透過させることができる。

【0007】更に、上述したプローブのように先鋭化された先端をもたない平面プローブの使用が提案されている。平面プローブは、シリコン基板に異方性エッチングによって逆ピラミッド構造の開口を形成したものであり、特にその頂点が数十ナノメートルの径を有して貫通されている。このような構成の平面プローブは、半導体製造技術を用いて同一基板上に複数作成すること、すなわちアレイ化が容易であり、特に近視野光を利用した光メモリの再生及び記録に適した光メモリヘッドとして使用できる。この平面プローブを用いた光ヘッドとして、従来ハードディスクで用いられているフライングヘッドに平面プローブを有したものが提案されている。フライングヘッドは記録媒体から約50から100ナノメートル浮上するように空力設計される。このフライングヘッ

ドの記録媒体側に微小開口を形成して、近視野光を発生させ光記録および再生を行うことができる。

【0008】このようなフライングヘッドを用いた近視野光情報記録再生装置の模式図を図1に示す。サスペンションアーム10の先端に近視野光ヘッド5が接着されている。近視野光ヘッド5は高速で回転するディスク状記録媒体1から受ける空気圧によって、記録媒体1表面から数十ナノメートル浮上した状態で、記録媒体1表面を走査している。近視野光ヘッド5にはレーザ光源（図示略）からの光をレンズ（図示略）で集光して入射する。記録媒体1表面と近視野光ヘッド5とが近視野光を介して相互作用し、その結果発生した散乱光を光検出素子（図示略）によって検出して出力信号とする。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したような近視野光を利用した光メモリは、近視野光を利用しているために、光の回折限界以下の超高密度な光メモリを実現できる反面、光の利用効率が低く、受光素子で受光される光量が非常に弱いという課題があった。

【0010】そしてこの課題を解決するために、従来は、使用するレーザ光の強度を強くしたり、近視野光ヘッドである平面プローブの逆ピラミッド構造の中にボールレンズ等を充填したりしていた。

【0011】しかし、レーザ光の強度を高くすると発熱や消費電力等の新たな問題が生じてしまう課題がある。また、ボールレンズを使った場合には、そのボールレンズの位置合せが必要となり、コストアップの要因となる。さらにボールレンズの個々のばらつきにより、大量生産した際に、全ての近視野光ヘッドにおいて開口部に光の焦点を合わせることが困難であるという課題がある。

【0012】そのため、近視野光を利用した超高密度メモリを実現する際に、小型低消費電力化、大量生産による低価格化が困難である。

【0013】よって、本発明は、光の利用効率を高め、上述した従来の方法による問題点を解決するために、光エネルギーをいったん金属微粒子のプラズモンエネルギーに変換し、微小領域を透過させた後、ふたたび光エネルギーに変換するプラズモン機構を利用した構造を実現することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明は、光ヘッドへの入射光によって発生する近視野光による相互作用を利用して情報の記録再生を行う記録媒体のデータマークの少なくとも一部に金属微粒子を分散させることとした。あるいは、記録媒体への照射光によって発生する近視野光による相互作用を利用して情報の記録再生を行う記録媒体のデータマークの少なくとも一部に金属微粒子を分散させることとした。即ち、金属微粒子が分散された層をデータマークとして備

えることとした。詳細に具体的構成を説明すると、遮光層によるパターンを透明基板上に形成し、金属微粒子が分散された層を遮光層が設けられていない透明基板上に形成する。

【0015】このような構成によれば、入射光が入射光波長以下のサイズのデータマークと相互作用する際、分散された金属微粒子にエネルギーを受け渡し、そのエネルギーがデータマーク下部あるいは上部でふたたび光に変換されることによって、出力信号が増幅され、S/N比の向上、ヘッドの走査速度の向上、が実現される。

【0016】あるいは、照射光がその波長以下のサイズのデータマークを透過する際、分散された金属微粒子にエネルギーを受け渡し、そのエネルギーがデータマーク上部でふたたび光に変換されることによって、出力信号が増幅され、S/N比の向上、ヘッドの走査速度の向上、が実現される。さらに、近視野光ヘッドに強度の大きな光が照射されないで、ヘッドの熱損傷が防止される。

【0017】さらに、金属微粒子に入射光（あるいは照射光）によって表面プラズモンを発生させる材料を用いた。このような構成によれば、入射光（あるいは照射光）のエネルギーが金属微粒子の表面プラズモンを励起することによってプラズモンに受け渡され、この表面プラズモンがふたたび光エネルギーに変換される。これにより、入射光波長（あるいは照射光波長）よりも微小なデータマークとの相互作用によって発生する信号強度が増幅され、S/N比の向上、データ転送速度の向上が実現される。

【0018】さらに、金属微粒子がAg、Au、Cr、Al、Cuの少なくとも一つを含むこととした。また、金属微粒子が粒径1ナノメートルから50ナノメートルであり、入射光または照射光の波長が300ナノメートルから1 μ mの間であることとした。これによれば、入射光あるいは照射光として標準的なレーザ光源を利用することができ、また、金属微粒子材料も安価であるため、低い製造コストで大量生産することができる。

【0019】また、上述した構成の記録媒体の製造方法は、透明基板上に遮光層をパターン形成する工程と、透明基板の遮光層が設けられていない部分に金属微粒子が分散された層を形成する工程を備えることとした。この発明によれば、工程のわずかな変更のみで高効率の近視野光ヘッドが製造でき、低コストの近視野光ヘッドの製造が可能になる。

【0020】また、近視野光ヘッドへの入射光によって発生する近視野光による相互作用を利用して情報の記録再生を行う近視野光ヘッドにおいて、基板に形成された錐状の光透過部と、光透過部の先端に形成された入射光の波長よりも小さな光学的開口と、光学的開口の少なくとも一部に金属微粒子が分散された層と、を備える構成とした。このような構成によれば、従来の磁気ディスクの装置構成を利用してより高密度な情報記録再生を行う

近視野光ヘッドが実現できる。また、この近視野光ヘッドは光効率が高いため、入射光強度を上げることなく十分な出力信号強度を得ることができ、入射光による熱損傷のないヘッドが実現できる。さらに、高い光効率によって高いS/N比が実現され、データ転送速度の向上が実現される。

【0021】また、本発明は、記録媒体への照射光によって発生する近視野光と近視野光ヘッドによる相互作用を利用して情報の記録再生を行う光記録装置において、近視野光ヘッドが、基板に形成された錐状の光透過部と、光透過部の先端に形成された照射光の波長よりも小さな光学的開口と、光学的開口の少なくとも一部に設けられた金属微粒子が分散された層とを備える構成とした。この構成によれば、従来の磁気ディスクの装置構成を利用して、より高密度な情報記録再生を行う近視野光ヘッドが実現できる。また、この近視野光ヘッドは光効率が高いため、照射光強度を上げることなく十分な出力信号強度を得ることができ、照射光によるヘッドの熱損傷がないヘッドが実現できる。さらに、高い光効率によって高いS/N比が実現され、データ転送速度の向上が実現される。

【0022】また、近視野光ヘッドへの入射光によって発生する近視野光による相互作用を利用して情報の記録再生を行う近視野光ヘッドにおいて、先鋭化された光伝播体の先端に入射光の波長よりも小さな光学的開口を形成し、光学的開口の一部に金属微粒子を分散させたこととした。この構成によれば、簡単な方法で高い光効率の近視野光ヘッドが作成でき、また高い光効率によって、高いデータ転送速度が実現される。

【0023】また、記録媒体への照射光によって発生する近視野光と近視野光ヘッドとの相互作用を利用して情報の記録再生を行う光記録装置において、近視野光ヘッドが、先端に照射光の波長よりも小さな光学的開口が形成された光伝播体を有するとともに、光学的開口に金属微粒子が分散された構成とした。この構成によれば、簡単な方法で高い光効率の近視野光ヘッドが作成でき、また高い光効率によって、高いデータ転送速度が実現される。

【0024】さらに、上述した金属微粒子を、入射光あるいは照射光によって表面プラズモンを発生する材料で構成した。これによれば、入射光エネルギーあるいは照射光エネルギーが金属微粒子の表面プラズモンエネルギーに変換されて、プラズモンの形で微小な空間を伝播するため、高い効率でエネルギーがヘッドに伝播する。これにより、高い光効率の近視野光ヘッドが作製できるととなり、また高いデータ転送速度が実現される。

【0025】本発明による近視野光ヘッドの製造方法は、基板に錐状の穴を形成する工程と、穴の側面に遮光膜を形成する工程と、穴の開口付近に金属微粒子を分散させた層を形成する工程と、を備えることとした。この

発明によれば、製造工程のわずかな変更のみで高い光効率の近視野光ヘッドが製造できる。

【0026】本発明による他の近視野光ヘッドの製造方法は、光伝播体に先端部を形成する工程と、光伝播体はその先端部を残すように遮光膜を形成する工程と、先端部に金属微粒子を分散する工程と、を含むこととする。この発明によれば、製造工程のわずかな変更のみで高い光効率の近視野光ヘッドが製造できる。

【0027】

【発明の実施の形態】（実施の形態1）本発明に係る近視野光記録媒体1と近視野光ヘッド5の断面図を図2に示す。透明基板11上の遮光層4がパターンニングされてデータマーク2を形成している。このデータマーク2には金属微粒子3が分散されている。ここで、金属微粒子3は表面に金属層が設けられた微粒子でも良い。また、データマーク2は、光を透過し、かつ、金属微粒子を保持できる層で形成される。具体的には、データマーク2は、幅50ナノメートル、長さ40ナノメートルの長方形の形状にSiO₂層で形成されている。図示するように、近視野光ヘッド5を構成するシリコン基板には逆錐状の空間が形成されている。この逆錐状の空間はシリコン基板を異方性エッチングすることによって作製できる。その先端には直径50ナノメートルの円状の微小開口が設けられている。この微小開口近傍で逆錐状の空間を形成しているシリコン基板には遮光膜9が設けられている。近視野光ヘッド5の上方から入射した入射光7は近視野光6を生成し、記録媒体1のデータマーク2と相互作用する。この相互作用の結果発生した散乱光8はガラス基板11を透過して検出素子（図示略）によって検出されて、出力信号として処理される。また、ここでは、金属微粒子3としてAg微粒子を、遮光層4としてAl膜を、透明基板11としてガラス基板を用いた。Ag微粒子は粒径が平均約6ナノメートルであり、SiO₂層中に分散している。このような構造は以下に述べる方法で製造する。

【0028】まず、表面を研磨したガラス基板に、Al膜を蒸着し、ウェットエッチングによってパターンを形成する。Al膜は20ナノメートル程度の厚みで均一に生成される。次に、直径10センチメートル程度のSiO₂をターゲットとして、その上にAg片（2ミリメートル角）を置いてArによるコスパッタリング(cosputtering)によって、SiO₂とAgを同時に上記基板に対してスパッタする。SiO₂中のAg含有量は密度測定から約5パーセントであったが、これはスパッタターゲットの形状と、Ag片の厚みを調整することによって制御可能である。最後にAl膜が上面に現れるまでSiO₂層を研磨して平坦にする。

【0029】このような記録媒体1を近視野光ヘッド5で走査すると、近視野光ヘッド5から発生した近視野光6は、いったんAg微粒子の表面プラズモンを励起する

ことによってエネルギーを表面プラズモンに伝播する。この表面プラズモンがデータマーク2下面において散乱されて散乱光8として伝播し、出力信号として検出される。入射光7は近視野光ヘッド5の微小開口を透過するときに普通激しく減衰するが、近傍にAg微粒子が存在することによって強いカップリングが起き、Ag微粒子が存在しないときに比べて数十から数百倍の強度で光がデータマーク2を透過する。詳細な理論メカニズムについては明らかになってはいないが、プラズモンを介した近視野光の増強については、T. Kume, S. Hayashi, K. Yamamoto氏らによるPhysical Review B, 55 (7), 4774 (1997)に実験と理論計算が示されている。また、T. W. Ebbesen, H. J. Lezec, H. F. Ghaemi, T. Thio, P. A. Wolff, Nature, 391 (12), 667 (1998)では金属膜に開けられた微小開口を光が異常な高透過率で透過することが報告されている。後者では金属膜に微小開口が周期的に生成されているが、その後の報告T. Thio, H. F. Ghaemi, H. J. Lezec, P. A. Wolff, T. W. Ebbesen, J. Opt. Soc. Am. B., 16 (10), 1743 (1999)では微小開口がひとつでも同様な増強が見られたとしており、プラズモンによる光エネルギーの伝播メカニズムがその説明として提案されている。本実施の形態においても、Ag微粒子をデータマーク2内に分散させることによって、信号強度の増強が認められた。

【0030】本実施の形態においてはこのような構造を持つ記録媒体1を用いることによって入射光強度に対する出力光強度を増幅させ、出力信号のS/N比を向上させることができた。また、Ag微粒子がSiO₂層中に分散しているので、空気にさらされることが無く、Agの酸化が防止できるという効果も実現できた。

【0031】（実施の形態2）本発明の実施の形態2に係る近視野光記録媒体13と近視野光ヘッド5の断面図を図3に示す。図2と同一の部分には同一の符号をつけた。実施の形態1との違いは透明基板11と遮光層4との間に反射膜12が形成されている点、および金属微粒子3が分散している層14がデータマークの上だけでなく、遮光層4の上にも形成されている点である。近視野光6とデータマーク2との相互作用によって発生した散乱光8は反射光として検出される。検出素子（図示略）をたとえば近視野光ヘッド5の下面に設置することが可能となり、装置全体がコンパクトな構成になった。金属微粒子3が分散された層14は本実施の形態では遮光層4の上にも形成されているが、上面の研磨によって実施の形態1のようにデータマーク2の上のみ存在するようにすることも容易にできる。

【0032】また、上述したコスパッタリング時のArイオンの運動量を制御することによって、金属微粒子3のサイズを制御することも可能であり、さらに、透明基板11下方からの露光による近視野光ナノマニピュレーションを使えば金属微粒子3をデータマーク内に引き寄せ

る操作ができる。すなわち、金属微粒子、例えば、粒径30ナノメートルのAgを低濃度で分散させ、データマーク2内に単一の微粒子が存在するようにすることも可能である。

【0033】ここでは金属微粒子としてAgを用いたが、表面プラズモンを発生させる材料であればAgに限るものではなく、たとえばAu、Cr、Al、Cuを用いても入射光波長の調整によって同様の効果を実現することができる。

【0034】（実施の形態3）本発明の実施の形態3に係る近視野光ヘッド20の断面図を図4に示す。厚さ400 μ mのシリコン基板21に逆錐状の空間があけられ、表面に遮光膜22が形成されている。また、逆錐状の空間の先端には入射光波長よりも小さい開口が形成されている。さらに、逆錐状の空間の先端付近（下面から0.5 μ m）には、Ag微粒子を分散させたSiO₂層14が形成されている。入射光7は図示しない導波路から伝播し、ヘッド下面に近視野光6を発生させる。近視野光ヘッドを用いた光記録装置では、近視野光ヘッドは、シリコン基板21と図示しない記録媒体の表面との相対運動によって発生する浮上力によって記録媒体の表面から浮上している。

【0035】このような構造は以下のようにして製造する。まずシリコンウェハに異方性エッチングによって逆錐状の穴を形成する。次に遮光膜22（本実施の形態においてはAl膜）を約100ナノメートルの厚みで蒸着する。次に、実施の形態1で述べたコスパッタリング法によって、下方からAgとSiO₂を同時にスパッタしてAg微粒子を分散させたSiO₂層を形成する。このAg-SiO₂層は上述の逆錐状の先端から内部に侵入し、開口付近に層状に形成される。最後に、下方からシリコンが現れるまで研磨することによって余分な層を除去する。本実施の形態においてはコスパッタリングを下方から行ったが、上方から行ってもよい。

【0036】入射光7はカットオフ領域に入ると普通は急激に減衰するが、本実施の形態のような構造にすることによって、Ag微粒子の表面プラズモンと結合する。表面プラズモンは入射光7のエネルギーをプラズモンエネルギーに変換し、近視野光ヘッド20下面から光に変換する。これにより従来にくらべ数十倍から数百倍の光効率増強が得られた。

【0037】実施の形態1および2で説明した記録媒体と、本実施の形態でのヘッドを組み合わせることによってさらに顕著な光効率向上が実現された。光効率の向上が、S/N比の改善、データ転送速度の増加、ヘッドの熱損傷率減少、消費電力の減少を実現した。

【0038】（実施の形態4）本発明の実施の形態4に係る近視野光ヘッド30の断面図を図5に示す。先鋭化した光ファイバ31の先端に遮光膜32（本実施の形態においてはAl膜）が先端部を除いて形成されており、先端は金属微粒子が分散している層33（本実施の形態に

おいてはAg微粒子が分散しているSiO₂層）でコーティングされている。

【0039】このような構造を持つ近視野光ヘッドは以下の方法で製造する。まず、光ファイバを加熱延引してから切断する。次に、光ファイバをななめに保持した状態でAlを蒸着して先端部を残して遮光膜32を形成する。次に、実施の形態1で説明したコスパッタリングによって、Ag微粒子が分散されたSiO₂層をファイバ先端部に形成する。あるいは、ガラス基板等の透明基板にエッチングによって錐状突起を形成し、その突起の先端を残して遮光膜を形成することで上述の構造の近視野光ヘッドを作製することもできる。

【0040】このようにして製造された近視野光ヘッド30は、入射光のエネルギーがAg微粒子のプラズモンエネルギーに変換されて微小領域を透過するので、Ag微粒子が分散したSiO₂層が無いものに比べて数十倍から数百倍の光効率を実現する。このため、入射光強度を上げることなく必要な強度の信号が得られるようになり、強すぎる入射光によるヘッド先端の熱損傷がなくなった。また、実施の形態1で実現した記録媒体と組み合わせることで、さらに大きな効率向上が実現できた。本実施の形態においては光伝播体として光ファイバを用いたが、光導波路を加工してカンチレバー状にしたものなど、他の形態の光伝播体を用いても同様の効果を実現される。

【0041】（実施の形態5）本発明の実施の形態5に係る近視野光ヘッド41と記録媒体40の断面図を図6に示す。基本的な構成は実施の形態1と同様であるので詳細な説明は略すが、実施の形態1との相違点は光が記録媒体下方から照射されている点である。照射光34はデータマーク2と相互作用して近視野光6を発生する。これを近視野光ヘッド41が検出光35に変換して検出素子（図示略）によって検出する。照射光34の波長にくらべデータマークが微小なため、普通は十分な強度の近視野光6が発生しない。本実施の形態においてはデータマーク2中にAg微粒子（すなわち、金属微粒子3）を分散させたため、照射光34のエネルギーがAg微粒子の表面プラズモンエネルギーに変換されてから近視野光6に変換されることにより、通常の数十倍から数百倍の強度の近視野光6が発生した。これにより、高いS/N比でのデータアクセス、高い転送速度が実現できた。本発明を実施するためにヘッド側から近視野光を発生させることは必須ではない。たとえば実施の形態5のような構成は実施の形態3あるいは4についても実施することができる。記録媒体に光を照射し、発生した近視野光をヘッドで集光することによって、ヘッドに強い光が照射されることがなくなり、ヘッドの熱損傷を防止することができる。

【0042】（実施の形態6）本発明の実施の形態6に係る近視野光ヘッド5と記録媒体50の断面図を図7に

示す。記録媒体50はガラス基板11の上面にデータマーク51をパターンニングして形成されている。データマーク51はAg微粒子（すなわち、金属微粒子3）をSiO₂中に分散させた層で構成されたものである。その製造方法は実施の形態1と同様のコスパッタリングによる。近視野光ヘッド5が記録媒体50の表面を走査すると、近視野光6のエネルギーがデータマーク中のAg微粒子3の表面プラズモンとカップリングし、それが散乱光8を生成して記録媒体11の下方にある検出素子（図示略）によって検出されて出力信号となる。これにより、データマーク51のない部分の上に近視野光ヘッド5があるときの出力信号にくらべ、データマーク51上に近視野光ヘッド5があるときの出力信号が極めて高くなり、高いコントラストの信号が得られた。同様の実施の形態を図8に示す。図示するように、記録媒体53には反射膜52（本実施の形態においてはAl膜）が形成されており、その上にデータマーク51がパターンニングされている。この構成では、近視野光6とデータマーク51との相互作用の結果発生した散乱光8は記録媒体の上方に伝播するので、検出素子（図示略）をたとえば近視野光ヘッド5の下面に接着あるいは形成することが可能であり、これによって装置全体を小型化することができた。

【0043】（実施の形態7）図9は本発明の実施の形態7に係る近視野光ヘッド60の断面を示す概略図である。近視野光ヘッド60はSi基板61と、その底面に積層されたSiO₂層62と、さらにAg微粒子を含むSiO₂層65と、遮光膜63を備えている。Si基板61は異方性エッチングによって上面側から削られた構造になっていて、入射光66を通す。Si基板61は数十から数百μmの厚さをもち、図には示していないが、縦横も数十から数百μm程度のサイズになっている。SiO₂層62は10μm以下の厚さで入射光を透過するが、もちろんこれよりも厚くてもよい。このSiO₂層62をフォトリソグラフィによる等方性エッチングをすることにより錐状の突起を形成する。さらにその上（図中では下）にAg微粒子（すなわち、金属微粒子）が分散されたSiO₂層65を積層させる。さらに遮光膜63を積層し、その後、FIB（Focused Ion Beam）などにより先端を切断して、微小開口64を作製する。先端の切断はFIBに限らず、錐状突起周辺に突起とほぼ同じ高さを有する度当たりを形成した後、板を載せて、手に持ったハンマーで叩くなどの簡略な方法でも実現可能である。SiO₂層65に含まれるAg微粒子は数から数十nmの粒径を持つ。このようにして作製した近視野光ヘッド60は、SiO₂層65に含まれるAg微粒子の表面に発生するプラズモン効果によって光が増強され、従来の近視野光ヘッドに比べて数から数百倍の強度の出力信号が得られた。これによってデータの転送速度も大きく向上することができた。

【0044】

【発明の効果】以上説明したように、光ヘッドへの入射光によって発生する近視野光による相互作用を利用して情報の記録再生を行う記録媒体において、記録媒体のデータマークの少なくとも一部に金属微粒子を分散させる構成とした。そのため、入射光がその波長以下のサイズのデータマークをと相互作用する際、分散された金属微粒子にエネルギーを受け渡し、そのエネルギーがデータマーク下部あるいは上部でふたたび光に変換されることとなる。これにより、出力信号が増幅され、S/N比の向上、ヘッドの走査速度の向上、が実現される、という効果を奏する。

【0045】また、記録媒体への照射光によって発生する近視野光による相互作用を利用して情報の記録再生を行う記録媒体において、記録媒体のデータマークの少なくとも一部に金属微粒子を分散させた構成とした。そのため、照射光がその波長以下のサイズのデータマークを透過する際、分散された金属微粒子にエネルギーを受け渡し、そのエネルギーがデータマーク上部でふたたび光に変換されることとなる。これによって、出力信号が増幅され、S/N比の向上、ヘッドの走査速度の向上、が実現できる。さらに、近視野光ヘッドに強度の大きな光が照射されないので、ヘッドの熱損傷が防止された、という効果を奏する。

【0046】また、近視野光ヘッドへの入射光によって発生する近視野光による相互作用を利用して情報の記録再生を行う近視野光ヘッドにおいて、基板に錐状の光透過部を持ち、前記光透過部の先端が前記入射光波長よりも小さな開口を形成し、前記開口内部の少なくとも一部に金属微粒子を分散させた構成とした。これにより、従来の磁気ディスクの装置構成を利用してより高密度な情報記録再生を行う近視野光ヘッドが実現できる。また、この近視野光ヘッドは光効率が高いため、入射光強度を上げることなく十分な出力信号強度を得ることができ、入射光によるヘッドの熱損傷がないヘッドが実現できる。さらに、高い光効率によって、高いS/N比が実現され、データ転送速度の向上が実現される、という効果を奏する。

【0047】また、記録媒体への照射光によって発生する近視野光と近視野光ヘッドとの相互作用を利用して情報の記録再生を行う光記録装置において、近視野光ヘッドを構成する基板に錐状の光透過部が形成され、光透過部の先端に照射光の波長よりも小さな開口が形成され、開口内部の少なくとも一部に金属微粒子を分散させた構成とした。そのため、従来の磁気ディスクの装置構成を利用してより高密度な情報記録再生を行う近視野光ヘッドが実現できる。また、この近視野光ヘッドは光効率が高いため、照射光強度を上げることなく十分な出力信号強度を得ることができ、照射光によるヘッドの熱損傷がないヘッドが実現できる。さらに、高い光効率によつ

て、高いS/N比が実現され、データ転送速度の向上が実現される、という効果を奏する。

【0048】また、近視野光ヘッドへの入射光によって発生する近視野光による相互作用を利用して情報の記録再生を行う近視野光ヘッドにおいて、先鋭化した光伝播体の先端に入射光波長よりも小さな光学的開口を形成し、光学的開口内部の少なくとも一部に金属微粒子が分散する構成とした。そのため、簡単な方法で高い光効率の近視野光ヘッドが作成でき、また高い光効率によって、高いデータ転送速度が実現される、という効果を奏する。

【0049】また、記録媒体への照射光によって発生する近視野光と近視野光ヘッドとの相互作用を利用して情報の記録再生を行う近視野光ヘッドにおいて、先鋭化された光伝播体の先端に照射光の波長よりも小さな光学的開口を形成し、光学的開口内部の少なくとも一部に金属微粒子を分散させたこととした。これにより、簡単な方法で高い光効率の近視野光ヘッドが作成でき、また高い光効率によって、高いデータ転送速度が実現される、という効果を奏する。

【0050】また、本発明の、シリコン基板に錐状の穴を形成する工程と、前記穴の側面に遮光膜を形成する工程と、前記穴の開口付近に金属微粒子を分散させた層を形成する工程と、を備える近視野光ヘッドの製造方法、あるいは、光伝播体に先端部を形成する工程と、前記光伝播体にその先端部を残すように遮光膜を形成する工程と、前記先端部に金属微粒子を分散する工程と、を備える近視野光ヘッドの製造方法によれば、製造工程のわずかな変更のみで高い光効率の近視野光ヘッドが製造できる、という効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】フライングヘッドを用いた光情報記録再生装置の模式図である。

【図2】本発明の実施の形態1に係る近視野光記録媒体と近視野光ヘッドの断面図である。

【図3】本発明の実施の形態2に係る近視野光記録媒体と近視野光ヘッドの断面図である。

【図4】本発明の実施の形態3に係る近視野光ヘッドの断面図である。

【図5】本発明の実施の形態4に係る近視野光ヘッドの断面図である。

【図6】本発明の実施の形態5に係る近視野光ヘッドと記録媒体の断面図である。

【図7】本発明の実施の形態6に係る近視野光ヘッドと記録媒体の断面図である。

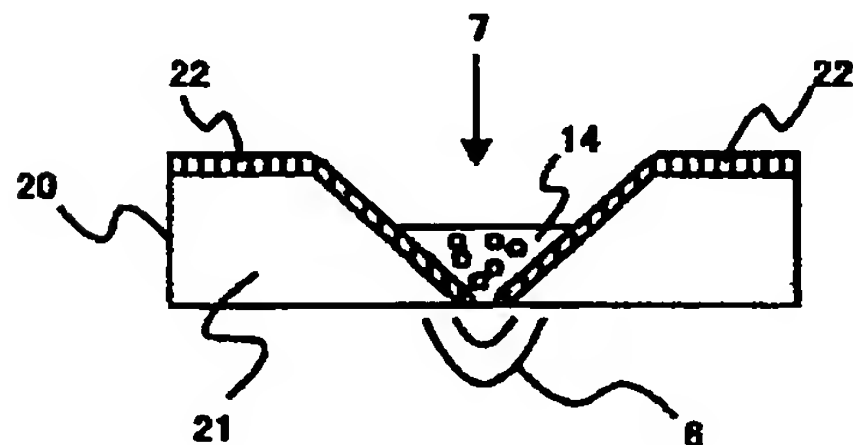
【図8】本発明の実施の形態6に係る近視野光ヘッドと記録媒体の断面図である。

【図9】本発明の実施の形態7に係る近視野光ヘッドの断面を示す概略図である。

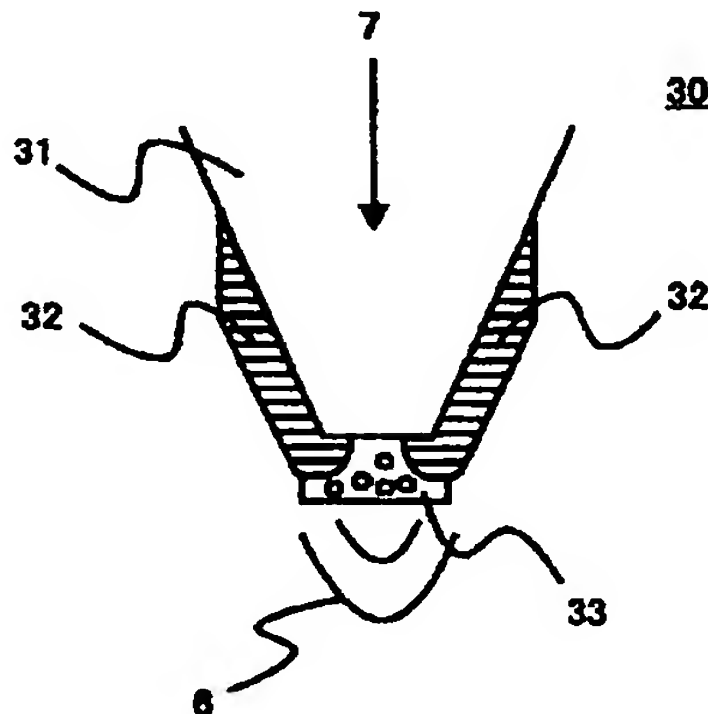
【符号の説明】

- 1 記録媒体
- 2、51 データマーク
- 3 金属微粒子
- 4 遮光層
- 5、20、41 近視野光ヘッド
- 6 近視野光
- 7 入射光
- 8 散乱光
- 9 遮光膜
- 10 サスペンションアーム
- 11 透明基板
- 12、52 反射膜
- 13、40、50、53 記録媒体
- 14 金属微粒子が分散している層
- 21 シリコン基板
- 22、32 遮光膜
- 33 金属微粒子が分散している層
- 34 照射光
- 35 検出光

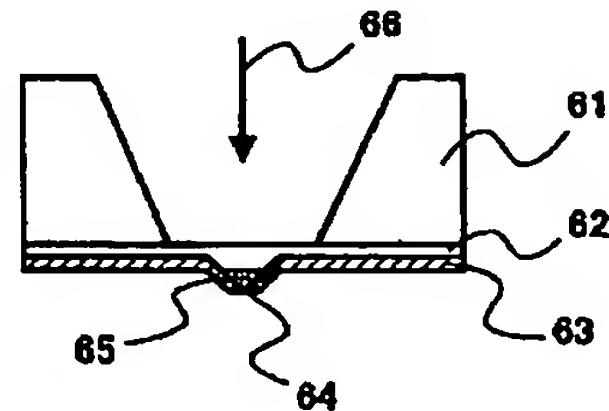
【図4】



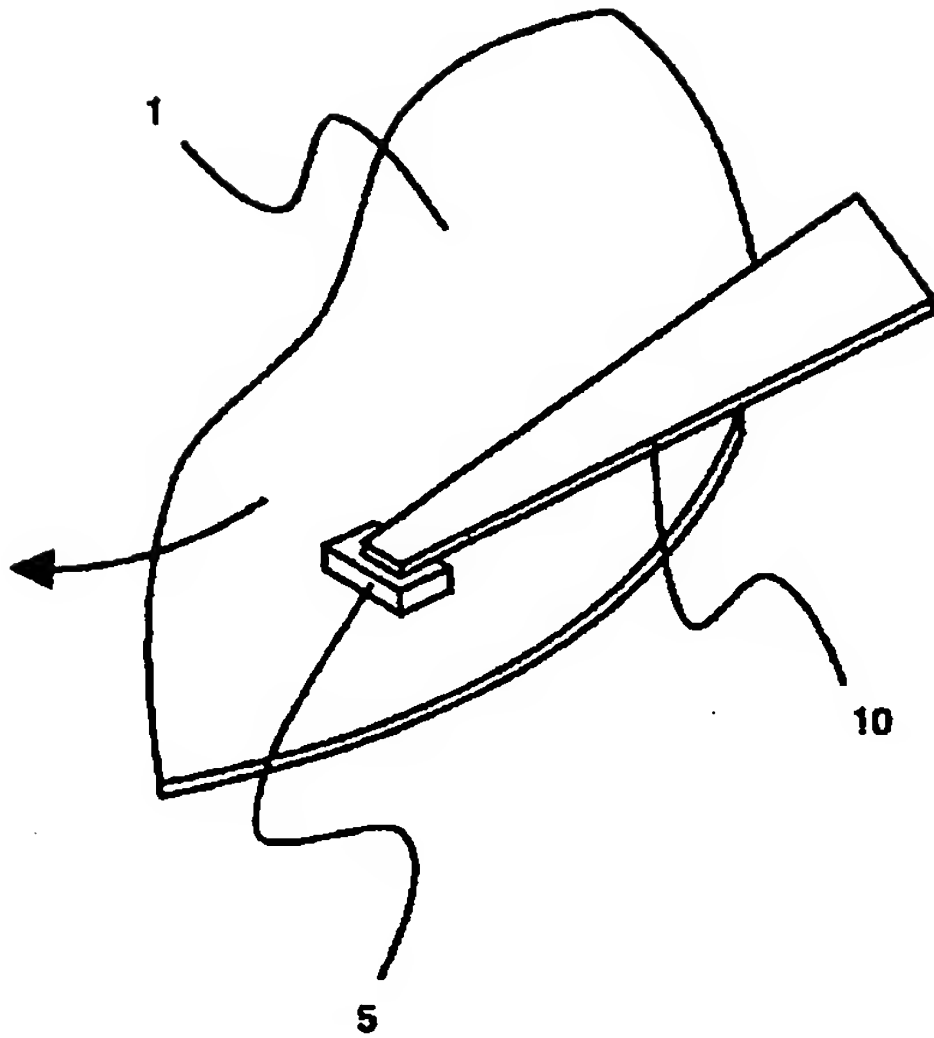
【図5】



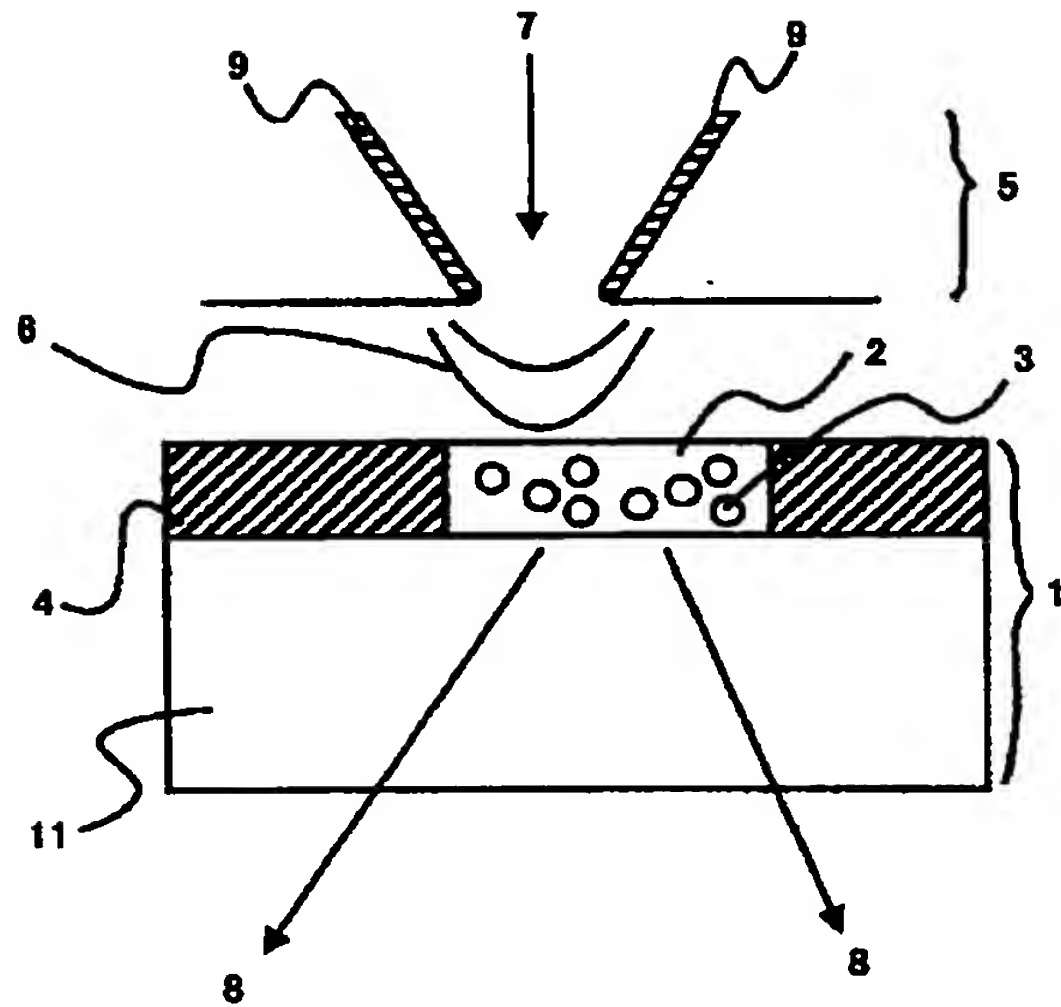
【図9】



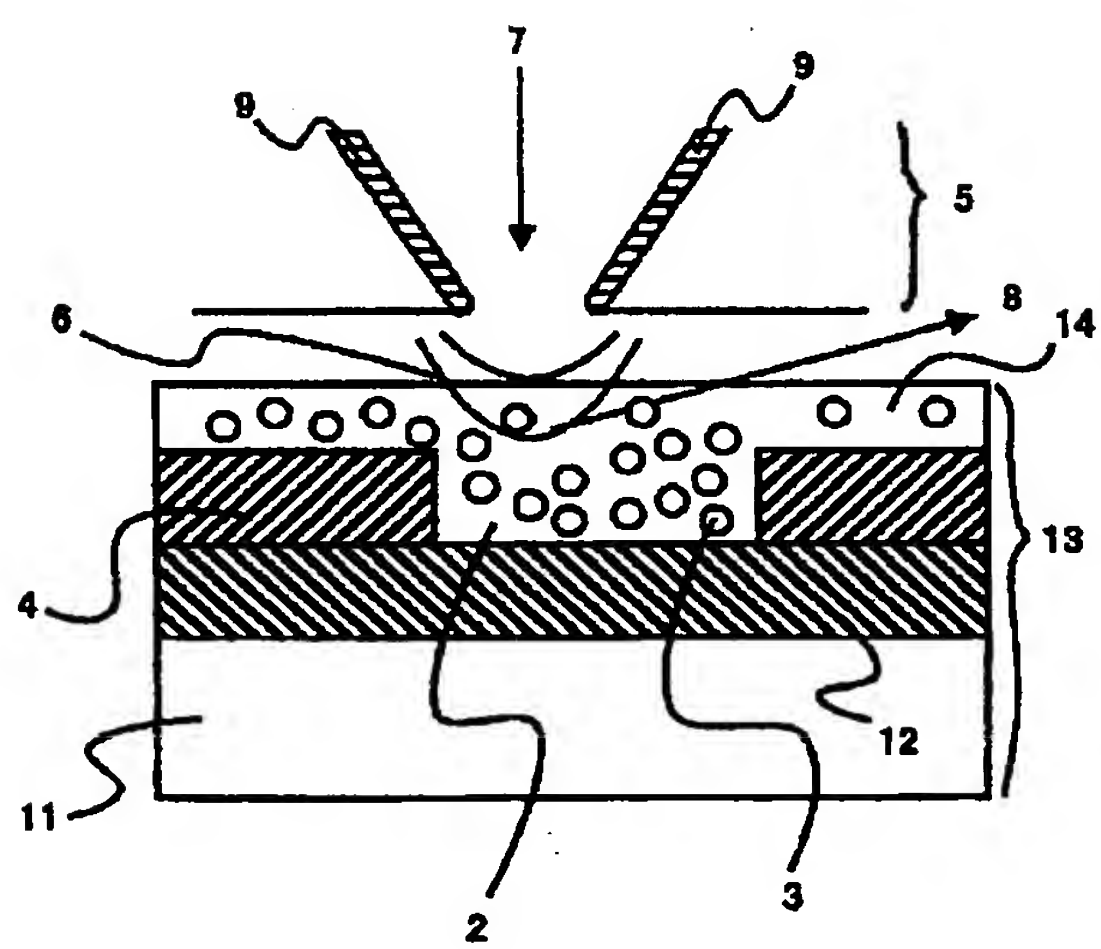
【図1】



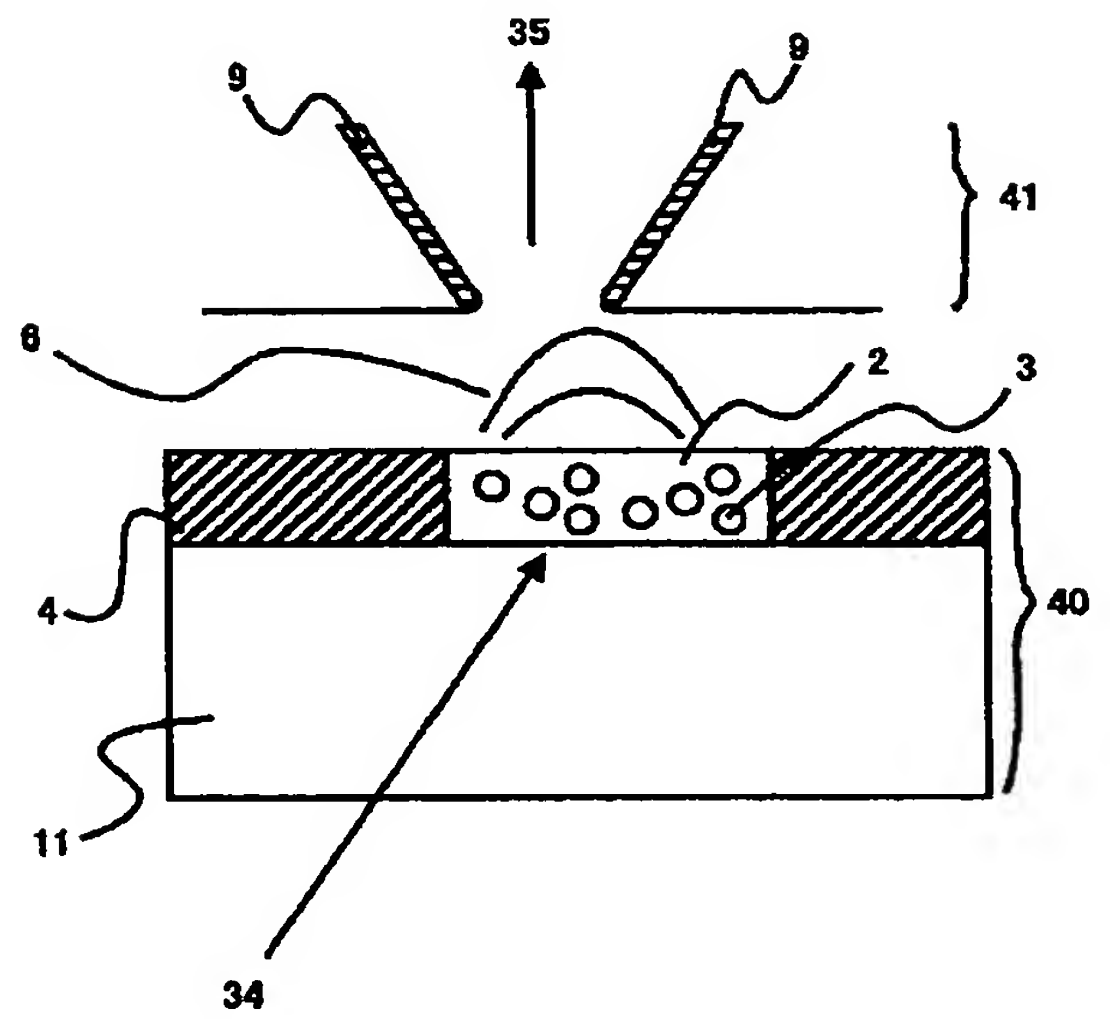
【図2】



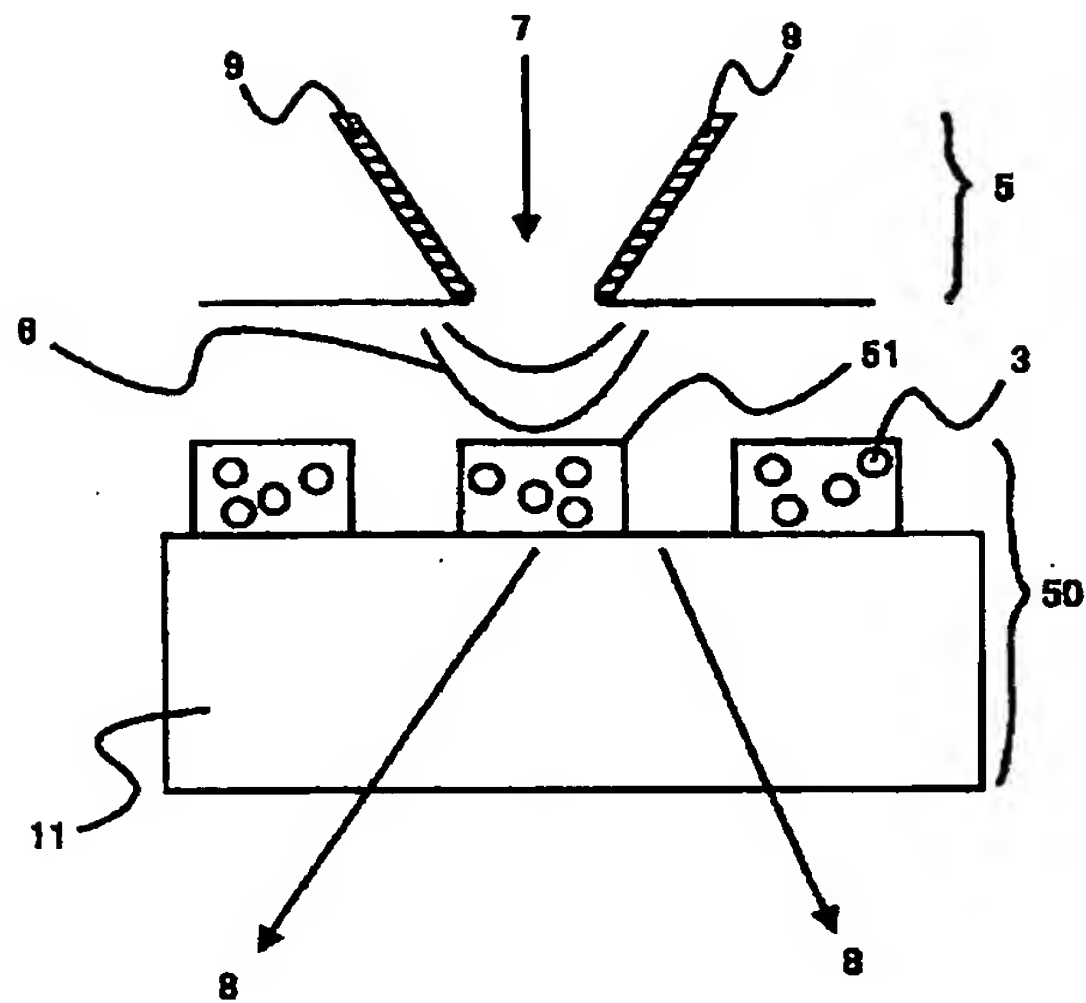
【図3】



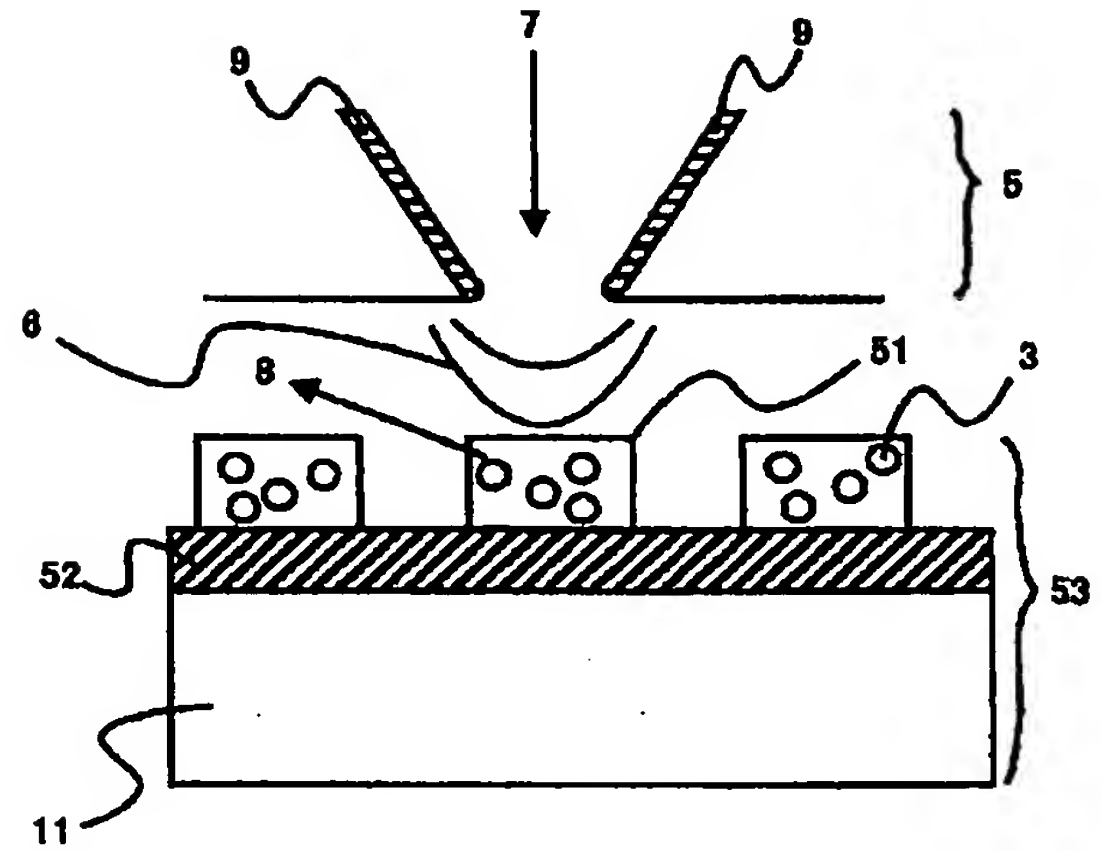
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

G 1 1 B 7/12

7/22

7/26

5 3 1

G 1 2 B 21/06

F I

テマコード (参考)

G 1 1 B 7/12

7/22

7/26

5 3 1

G 1 2 B 1/00

6 0 1 C

(72) 発明者 前田 英孝

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内

(72) 発明者 加藤 健二

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内

(72) 発明者 新輪 隆

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内

(72) 発明者 光岡 靖幸

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内

(72) 発明者 篠原 陽子

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内